

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. Februar 2001 (01.02.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/08453 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>2</sup>: H05B 33/14,  
H01L 33/00, C09K 11/80, 11/78

ZWASCHKA, Franz [DE/DE]; Riedererstrasse 11,  
D-85737 Ismaning (DE). ELLENS, Andries [DE/DE];  
Hofangerstrasse 133, D-81735 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02405

(74) Anwalt: EPPING HERMANN & FISCHER GBR;  
Postfach 12 10 26, D-80034 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
24. Juli 2000 (24.07.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 34 126.5 23. Juli 1999 (23.07.1999) DE  
199 63 791.1 30. Dezember 1999 (30.12.1999) DE

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,  
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eura-  
sisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),  
europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI,  
FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS  
GMBH & CO. OHG [DE/DE]; Wernerwerkstrasse  
2, D-93049 Regensburg (DE). PATENT-TREU-  
HAND-GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE  
GLÜHLAMPEN MBH [DE/DE]; Hellabrunner Strasse  
1, D-81543 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DEBRAY, Alexan-  
dra [DE/DE]; Karlsbaderstrasse 33, D-92318 Neu-  
markt (DE). WAITL, Günter [DE/DE]; Praschweg 3,  
D-93049 Regensburg (DE). KUMMER, Franz [DE/DE];  
Schleissheimer Strasse 121, D-80797 München (DE).

(54) Title: LUMINESCENT ARRAY, WAVELENGTH-CONVERTING SEALING MATERIAL AND LIGHT SOURCE

(54) Bezeichnung: LEUCHSTOFFANORDNUNG, WELLENLÄNGENKONVERTIERENDE VERGUSSMASSE UND  
LICHTQUELLE

(57) Abstract: The invention relates to a luminescent array that is excited by a radiation source using a luminescent material having a Ce activated garnet structure  $A_3B_5O_{12}$ , whereby the first component A contains at least one element consisting of a Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm and Tb group and the second component B represents at least one of elements Al, Ga or In and whereby several luminescent materials are mixed. The invention also relates to a corresponding wavelength converting sealing material and a corresponding light source array.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung schlägt eine Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch eine Strahlungsquelle unter Verwendung eines Leuchtstoffs mit einer mit Ce aktivierten Granatstruktur  $A_3B_5O_{12}$  vor, wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm und Tb bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der Elemente Al, Ga oder In repräsentiert, und mehrere der Leuchtstoffe gemischt werden. Weiter werden eine zugehörige wellenlängenkonvertierende Vergußmasse und eine zugehörige Lichtquellenanordnung vorgeschlagen.

WO 01/08453 A1

## Beschreibung

Leuchtstoffanordnung, wellenlängenkonvertierende Vergußmasse und Lichtquelle

5

Die Erfindung betrifft eine Leuchtstoffanordnung, eine zugehörige wellenlängenkonvertierende Vergußmasse und eine zugehörige Lichtquellenanordnung gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1, 4 und 9.

10

Sie bezieht sich insbesondere auf eine gelb oder gelbgrün emittierende Granat-Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch Wellenlängen im blauen oder im nahen UV-Spektralbereich. Als Vergußmasse ist insbesondere eine die Leuchtstoffanordnung enthaltende Gießharzmatrix und als Lichtquelle ist insbesondere eine lichtemittierende Diode (LED) in Verbindung mit der Leuchtstoffanordnung bzw. mit der Vergußmasse vorgesehen.

15

20 Aus der WO 98/05078 ist ein Leuchtstoff für Lichtquellen und eine zugehörige Lichtquelle bekannt. Als Leuchtstoff ist dort ein Granat mit der Struktur  $A_3B_5O_{12}:D$  eingesetzt, bei dem die erste Komponente aus mindestens einer von verschiedenen Seltenerdmetallen besteht, die Komponente B aus einem der Elemente Al, Ga oder In. Dotierstoff D ist Cer (Ce).

25

Aus der WO 97/50132 ist ein ähnlicher Leuchtstoff bekannt, bei dem als Dotierstoff entweder Ce oder Terbium (Tb) eingesetzt wird. Ce emittiert im gelben Spektralbereich, während Tb im grünen Spektralbereich emittiert. In beiden Fällen werden die Leuchtstoffe in Verbindung mit einer blau emittierenden Lichtquelle zu Erzielung einer weißen Mischfarbe verwendet.

30

35 Aus der WO 98/12757 ist eine wellenlängenkonvertierende Vergußmasse auf der Basis eines aus den vorgenannten Veröffent-

lichungen bekannten Leuchtstoffes und einer transparenten Vergußmatrix bekannt. Der Offenbarungsgehalt dieser Schrift wird hiermit durch Rückbezug aufgenommen.

- 5 Bei der Erzeugung von weißem Mischlicht, beispielsweise nach der WO 97/50132, deren Offenbarungsgehalt insbesondere in Bezug auf die Zusammensetzung des Vergusses und auf dessen Herstellung ebenfalls durch Rückbezug Inhalt dieser Beschreibung ist, ist es bekannt, die Farbtemperatur oder den Farbtort des  
10 weißen Lichts durch geeignete Wahl, dh. Zusammensetzung des Leuchtstoffes, dessen Partikelgröße und dessen Konzentration zu variieren. Eine Optimierung des Farbtons (Farbtort X und Y in der CIE-Farbtabelle) des erzeugten weißen Lichts kann bei Zugrundelegung dieser Parameter jedoch nur mit vergleichs-  
15 weise großem Aufwand optimiert werden. Dies gilt insbesondere für den sogenannten Unbuntpunkt oder „equal energy point“, der bei den Koordinaten CIE<sub>x</sub> = 0,33 und CIE<sub>y</sub> = 0,33 liegt.

- Weiterhin ist es aufwendig, den Leuchtstoff im Hinblick auf  
20 eine bessere Farbwiedergabe durch einen höheren Rotanteil im Spektrum zu optimieren.

- Schließlich ist es schwierig, den Leuchtstoff hinsichtlich des Absorptionsmaximums des Leuchtstoffs bezogen auf den  
25 Spitzenwert der Emission des Lichtemitters hin zu optimieren.

- Es ist demgemäß Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Leuchtstoffanordnung der eingangs genannten Art anzugeben, der sich schnell und einfach unter Zugrundelegung von Opti-  
30 mierungsparametern herstellen läßt und für eine zugehörige wellenlängenkonvertierende Vergußmasse sowie eine zugehörige Lichtquelle geeignet ist.

- Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 sowie durch die Merkmale der Patentansprüche  
35

4 und 9. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Erfindungsgemäß wird, besonders bevorzugt für Lichtquellen, deren Emission im kurzwelligen optischen, insbesondere im blauen Spektralbereich oder im nahen UV-Spektralbereich liegen, eine Leuchtstoffanordnung mit mehreren Leuchtstoffen verwendet. Diese Leuchtstoffe besitzen vorzugsweise eine mit Cer dotierte Granatstruktur  $A_3B_5O_{12}$ , wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Se, La, Gd, Sm und Tb bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der Elemente Aluminium, Gallium oder Indium repräsentiert.

Die Herstellung und Wirkungsweise der beschriebenen Leuchtstoffe ist in den eingangs genannten Veröffentlichungen beschrieben. Hierbei ist insbesondere bemerkenswert, daß Terbium (Tb) bei einer Anregung im Spektralbereich zwischen etwa 400 und 500 nm als Bestandteil des Wirtsgitters, das heißt der ersten Komponente A des Granats, für einen gelb emittierenden Leuchtstoff geeignet ist, dessen Dotierstoff Cer ist. Terbium war zuvor neben Cer als Aktivator für die Emission im grünen Spektralbereich vorgeschlagen worden. Es ist möglich, Terbium als Hauptbestandteil der ersten Komponente A des Granats allein oder zusammen mit mindestens einem der weiteren oben vorgeschlagenen Seltenerdmetalle zu verwenden.

Besonders bevorzugt wird ein Granat der Struktur  $(Tb_{1-x-y}SE_xCe_y)_3(Al,Ga)_5O_{12}$  verwendet, wobei

SE = Y, Gd, La, Sm und/oder Lu;  
 $0 \leq x \leq 0,5 - y$ ;  
 $0 < y < 0,1$  gilt.

Als zweite Komponente (B) wird mindestens eines der Elemente Al oder Ga verwendet. Die zweite Komponente B kann zusätzlich In enthalten. Der Aktivator ist Cer.

Diese Leuchtstoffe absorbieren elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge im Bereich zwischen 420nm bis 490nm und können deshalb für die Strahlung einer blauen Lichtquelle, insbesondere einer Halbleiter-LED, angeregt werden. LED-Halbleiterchips auf GaN-Basis oder auf InGaN-Basis sind vorzugsweise geeignet, die bei einem Emissionsmaximum im Bereich von 430 bis 480nm blaues Licht emittieren.

Unter Lumineszenzdiodechip auf GaN- oder InGaN-Basis ist im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung grundsätzlich ein Lumineszenzdiodechip zu verstehen, dessen strahlungsemitierende Zone GaN, InGaN und/oder verwandte Nitride sowie darauf basierende Mischkristalle, wie beispielsweise Ga(Al,In)N, aufweist.

Derartige Lumineszenzdiodechips sind beispielsweise aus Shuji Nakamura, Gerhard Fasol, The Blue Laser Diode, Springer Verlag Berlin Heidelberg 1997, S. 209ff bekannt.

Die zuvor beschriebenen Leuchtstoffe werden durch das blaue Licht angeregt und emittieren ihrerseits Licht, das wellenlängenverschoben im Bereich oberhalb 500nm liegt. Im Fall des Cer aktivierten Tb-Granat-Leuchtstoffs liegt das Maximum der Emission bei etwa 550nm.

Der oben angegebene Leuchtstoff absorbiert im Bereich 420 bis 490 nm und kann so durch die Strahlung einer blauen Lichtquelle angeregt werden. Gute Ergebnisse wurden mit einem blauen Licht emittierenden LED-Chip erzielt, dessen Emissionsmaximum bei 430 bis 470 nm liegt. Das Maximum der Emission des Tb-Granat:Ce-Leuchtstoffs liegt bei etwa 550 nm.

Dieser Leuchtstoff eignet sich besonders für die Verwendung in einem weißes Licht abstrahlenden LED-Bauelement, beruhend auf der Kombination eines blauen Licht aussendenden LED-Chips mit einem Leuchtstoffgemisch, das Tb-Granat-haltigen Leucht-

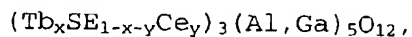
stoff aufweist, der durch Absorption eines Teils der Emission des LED-Chips angeregt wird und dessen Emission die übrig bleibende Strahlung der LED zu weißem Licht ergänzt.

- 5 Als blaues Licht emittierender LED-Chip eignet sich insbesondere ein Ga(In)N-LED-Chip, aber auch jeder andere Weg zur Erzeugung einer blauen LED mit einer Emission im Bereich 420 bis 490 nm. Insbesondere wird als hauptsächlicher Emissionsbereich 430 bis 470 nm empfohlen, da dann die Effizienz am  
10 höchsten ist.

Durch die Wahl von Art und Menge an Seltenerdmetallen ist eine Feineinstellung der Lage der Absorptions- und der Emissionsbanden des Leuchtstoffgemischs möglich. In Verbindung  
15 mit Leuchtdioden eignet sich bei dem oben genannten Tb-Granat-Leuchtstoff vor allem ein Bereich für x, der zwischen  $0,25 \leq x \leq 0,5$ -y liegt.

Der besonders bevorzugte Bereich von y liegt bei  $0,02 < y < 0,06$ .  
20

Gute Eignung als Leuchtstoff-Komponente zeigt ein Granat der Struktur



25 wobei SE = Y, Gd, La und/oder Lu;

$0 \leq x \leq 0,02$ , insbesondere  $x = 0,01$ ;

$0 < y < 0,1$  gilt. Häufig liegt y im Bereich 0,01 bis 0,05.

Generell dienen kleinere Mengen an Tb im Wirtsgitter vor allem dazu, die Eigenschaften bekannter Cer-aktivierter Leuchtstoffe zu verbessern, während die Zugabe größerer Mengen an Tb gezielt vor allem dafür eingesetzt werden kann, die Wellenlänge der Emission bekannter Cer-aktivierter Leuchtstoffe zu verschieben. Daher eignet sich ein hoher Anteil Tb besonders  
30  
35 gut für weiße LED mit niedriger Farbtemperatur unter 5000 K.

Es ist bekannt, blau emittierende LEDs auf Gallium-Nitrid- oder Indium-Gallium-Nitrid-Basis mit Emissionsmaxima im Bereich zwischen 430 und 480nm zur Anregung eines Leuchtstoffs von Typ YAG:Ce, der in der Literatur ausführlich beschrieben ist, zu verwenden. Ein derartiger Leuchtstoff wird beispielsweise von der Firma Osram unter der Bezeichnung L175 vertrieben. Andere Leuchtstoffe sind bekannt, bei denen das Element Yttrium (Y) teilweise oder vollständig durch eines der oben angegebenen Seltenerdmetalle ersetzt ist.

Bei einem für das erfindungsgemäße Leuchtstoff-Gemisch geeigneten Leuchtstoff sind die Yttrium-Atome größtenteils durch Terbium ersetzt sind. Der Leuchtstoff kann beispielsweise die Zusammensetzung  $[Y_{0,29}Tb_{0,67}Ce_{0,04}]_3Al_5O_5$  - nachfolgend als L175/Tb mit 67% Tb bezeichnet - haben.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, den Farbton und Farbtort der Leuchtstoffanordnung durch Mischen von pigmentierten Leuchtstoffpulvern mit unterschiedlichen Zusammensetzungen und damit auch unterschiedlichen Absorptionsmaxima für das blaue Licht vorzusehen. Dies kann beispielsweise durch eine Mischung des Leuchtstoffs L175 (reines YAG:Ce) mit einem Leuchtstoff der beschriebenen Art, bei dem Yttrium teilweise oder vollständig durch Terbium ersetzt ist (L175/Tb, Tb > 0%), erfolgen. Das Mischungsverhältnis kann 1:1 sein. Es kann an Stelle von YAG:Ce jedoch auch ein anderer Leuchtstoff oder ein anderer aus diesem Leuchtstoff abgewandelter Leuchtstoff verwendet werden, wobei zusätzlich das Mischungsverhältnis variiert werden kann.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung liegt darin, daß sich die Leuchtstoffe, die in Pulverform vorliegen, problemlos mischen lassen und damit auf vergleichsweise einfache Weise eine gezielte Einstellung des Zielfarbtortes auf der CIE-Farbtabelle ermöglichen. Auf der Farbtabelle läßt sich somit ausgehend von einer Granatstruktur, wie reinem YAG:Ce, und dem

Farbort der verwendeten LED ein Bündel von Geraden darstellen, von denen eine durch die ausgewählte Koordinate des Zielfarbortes geht. Durch die Kombination von LED-Chip und Leuchtstoffanordnung läßt sich die resultierende Farbortgerade der einzelnen Farborte in ihrer Neigung leicht variieren. So ist es ohne weiteres möglich, eine Lichtquellenanordnung mit einer LED und einem wellenlängenkonvertierenden Leuchtstoff zu erzeugen, dessen resultierende Farbortgerade exakt durch den Unbuntpunkt bei den Koordinaten  $X=0,33$  und  $Y=0,33$  auf der Farborttafel geht. Dieser Unbuntpunkt definiert reines Weiß. Darüber hinaus ist es möglich, eine Verschiebung des resultierenden Farbspektrums zu erreichen, beispielsweise hin zu einem höheren Rotanteil im Spektrum, was allgemein zu einer besseren Farbwiedergabe führt, beispielsweise durch höhere L175/Tb-Anteile.

Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, eine Leuchtstoffanordnung gemäß der Erfindung in einer für die erzeugte Strahlung zumindest teilweise transparenten Vergußmasse, vorzugsweise in einem Kunststoff, besonders bevorzugt in einem Epoxid-, Silikon- oder Acrylat-Gießharz oder in einer Mischung solcher Harze, oder in einem anderen geeigneten strahlungsdurchlässigen Material, wie zum Beispiel anorganisches Glas, zu dispergieren. Dazu wird die erfindungsgemäße Leuchtstoffanordnung vorzugsweise als Pigmentpulvergemisch mit dem Gießharz und weiteren Elementen gemäß der in der WO98/12757 offenbarten Methode hergestellt.

Weiterhin ist gemäß der Erfindung eine zur Leuchtstoffanordnung gehörige Lichtquellenanordnung vorgesehen, bei der eine Strahlungsquelle Strahlung im blauen Bereich oder im UV-Bereich des optischen Spektrums emittiert und diese Strahlung teilweise oder vollständig mittels der erfindungsgemäßen Leuchtstoffanordnung in längerwellige Strahlung konvertiert wird, wobei bei teilweiser Konversion die konvertierte Strah-



lung mit der emittierten Strahlung der Strahlungsquelle zur Erzeugung weissen Mischlichts gemischt wird.

Eine derartige Lichtquellenanordnung mit allerdings nur einem  
5 Leuchtstoff ist ebenfalls aus der W098/12757 bekannt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Figuren 1 und 2 der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

10

Figur 1 ein Farbortdiagramm mit Farbortgeraden unterschiedlicher Leuchtstoffe und der erfindungsgemäßen Leuchtstoffanordnung und

15

Figur 2 eine schematische Schnittdarstellung durch das Ausführungsbeispiel einer Lichtquellenanordnung gemäß der Erfindung.

Gemäß der Figur 1 ist ein Farbortdiagramm dargestellt, das auf der Abszisse die Farbortkoordinate X und auf der Ordinate  
20 die Farbortkoordinate Y der CIE-Farbtabel enthält.

Zugrundegelegt ist eine Lichtquellenanordnung zur Erzeugung weissen Mischlichts, wie sie beispielsweise in der W097/50132 beschrieben ist.

25

Verwendet wird beispielsweise ein InGaN-basierter LED-Chip, der im blauen Spektralbereich emittiert und dessen Farbortpunkt C dementsprechend im Farbortdiagramm etwa bei  $X=0,14$  und  $Y=0,02$  liegt. Bei Mischung des blauen Lichts der LED mit  
30 dem Farbort C und des emittierten Lichtes eines beispielsweise in einem transparenten Gießharz eingebetteten Leuchtstoffes ergeben sich unterschiedliche Farbortgeraden.

Beispielsweise ergibt sich bei Verwendung von reinem YAG:Ce  
35 als Leuchtstoff eine Farbortgerade 1. Bei Verwendung eines Leuchtstoffs; bei dem Y teilweise oder überwiegend durch Ter-

bium ersetzt ist, ergibt sich eine Farbortgerade, die unterhalb der Farbortgeraden 1 verläuft. Unter Verwendung eines Leuchtstoffes mit Tb-Gehalt auf dem A-Platz von 67% (gemäß der weiter oben angegebenen Formel), ergibt sich die im Diagramm eingezeichnete Farbortgerade 2.

Gerade 1 läuft oberhalb und Gerade 2 läuft unterhalb des Unbuntpunktes U, der bei den Farbortkoordinaten  $X=0,33$  und  $Y=0,33$  liegt. Bei einer Mischung der beiden Leuchtstoffe mit den Farbgeraden 1 und 2 im Verhältnis 1:1 und einer Einbettung in transparentes Gießharz (man vergleiche das weiter unten offenbarte Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2) ergibt sich eine Farbortgerade 3 die, wie das Diagramm von Figur 1 zeigt, exakt durch den Unbuntpunkt oder Weißpunkt der Farborttafel geht.

In ähnlicher Weise ist es möglich, durch eine Mischung unterschiedlicher Leuchtstoffe vorzugsweise mit einer Granatstruktur, Farbortkurven durch verschiedene gewünschte Koordinaten der CIE-Farbtabelle zu erhalten.

Das Leuchtstoffpulvergemisch ist vorteilhafterweise in ein entsprechend optimiertes Gießharz eingebettet, wobei insbesondere die Korngrößen des Leuchtstoffpulvers optimiert werden können. Verfahren zur Herstellung derartiger wellenkonvertierender Vergußmassen sind in der WO98/12757 beschrieben.

Bei der in Figur 2 schematisch dargestellten besonders bevorzugten Ausführungsform einer Lichtquellenanordnung ist ein GaN- oder InGaN-basierter Leuchtdiodenchip 10 in einer Ausnehmung 11 eines strahlungsundurchlässigen Leuchtdioden-Grundgehäuses 20, das vorzugsweise aus Kunststoff besteht, angeordnet.

Das Leuchtdioden-Grundgehäuse 20 ist von elektrischen Anschlußbahnen oder -beinchen 21,22 durchdrungen, über die die

elektrischen Anschlüsse des Chips 10 aus dem Gehäuse herausgeführt sind.

Die Innenwände 12 der Ausnehmung 11 bilden einen Reflektor für das von dem Chip 10 ausgesandte Licht und für das von dem Leuchtstoffgemisch emittierte Licht und lenken dieses zur Hauptabstrahlrichtung 13 des Chips 10 hin um.

Die Ausnehmung 11 ist mit einer Vergussmasse 14 gefüllt, die eine transparente Gießharzmatrix 15, bevorzugt Epoxidgießharz oder Acrylatharz (z.B. Polymethylmetacrylat) oder eine Mischung dieser Harze aufweist, in die das vorgesehene Leuchtstoffpulvergemisch 16 eingebettet ist.

Das Leuchtstoffpulvergemisch enthält vorzugsweise Leuchtstoffpigmente mit Korngrößen  $\leq 20\mu\text{m}$  und einen mittleren Korndurchmesser  $d_{50} \leq 5\mu\text{m}$ .

Neben Gießharz 15 und Leuchtstoffpigmenten 16 sind in der Vergußmasse 14 weiterhin vorzugsweise ein Thixotropiermittel, ein mineralischer Diffusor, ein Hydrophobiermittel und/oder ein Haftvermittler enthalten.

Bei dem Ausführungsbeispiel handelt es sich beispielsweise um ein weißes Licht emittierendes Leuchtdioden-Bauelement, bei dem in der Vergußmasse 14 die Farbstoffpulver L175 (YAG:Ce) und L175/Tb (mit 67% Tb) mit einem Mischungsverhältnis von 1:1 enthalten sind und dessen Farbort des emittierten Lichts auf der Geraden 3 des in Figur 1 dargestellten Diagramms liegt.

Es versteht sich, daß die Erläuterung der Erfindung anhand des oben beschriebenen Ausführungsbeispiels natürlich nicht als Beschränkung der Erfindung auf die beschriebenen Merkmale selbst anzusehen ist. Als Lichtquelle kommen neben Halbleiterkörpern aus Leuchtdioden-Chips oder Laserdioden-Chips ins-

besondere auch Polymer-LEDs in Betracht. Ebenso fallen in den Bereich der Erfindung auch Leuchtstoffpulver, die neben reinem YAG:Ce auch Anteile von Lu, Se, La, Gd sowie Sm anstelle von Y besitzen. Weiterhin sind Granate einbezogen, bei denen  
5 der Terbium-Anteil kleiner ist als bei der oben beschriebenen Leuchtstoffformel.

Die erfindungsgemäße Leuchtstoffanordnung und die zugehörige Vergußmasse ist grundsätzlich bei allen in der W097/50132 und  
10 in der W098/12757 offenbarten Bauformen von Leuchtdioden-Bau-  
elementen verwendbar.

## Patentansprüche

1. Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch eine Strahlungsquelle unter Verwendung eines Leuchtstoffs mit einer mit  
5 Ce aktivierten Granatstruktur  $A_3B_5O_{12}$ , wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Se, La, Gd und Sm bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der Elemente Al, Ga oder In repräsentiert, dadurch gekennzeichnet,  
10 daß mehrere derartige Leuchtstoffe gemischt sind und daß die Mischung der Leuchtstoffe einen Granat enthält, bei dem die erste Komponente A zumindest teilweise durch Tb besetzt ist.
2. Leuchtstoffanordnung nach Anspruch 1,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
daß die Leuchtstoffanordnung durch eine Strahlung im Bereich von 400 bis 500nm, insbesondere von 420 bis 490nm, anregbar ist.
- 20 3. Leuchtstoffanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mischung der Leuchtstoffe einen Granat der Struktur  $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$  und einen Granat der Struktur  $(Tb_{1-x-y} SE_x Ce_y)_3(Al, Ga)_5O_{12}$  enthält, wobei  
25  $SE = Y, Gd, La$  und oder  $Lu$ ;  
 $0 \leq x \leq 0,5-y$ ;  
 $0 < y < 0,1$  gilt.
4. Wellenlängenkonvertierende Vergußmasse mit einer Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch eine Strahlungsquelle  
30 unter Verwendung eines Leuchtstoffs mit einer mit Ce aktivierten Granatstruktur  $A_3B_5O_{12}$ , wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Se, La, Gd und Sm bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der Elemente Al, Ga oder In repräsentiert,  
35

auf der Basis eines transparenten Kunststoffes, insbesondere eines Gießharzes,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mehrere derartige Leuchtstoffe gemischt sind, daß die Mi-  
5 schung der Leuchtstoffe einen Granat enthält, bei dem die erste Komponente A zumindest teilweise durch Tb besetzt ist,  
und daß die Leuchtstoffanordnung als anorganisches Leuchtstoffpigmentpulvergemisch im transparenten Kunststoff dispergiert ist.

10

5. Vergußmasse nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Leuchtstoffpigmente Korngrößen  $\leq 20\mu\text{m}$  und einen mittleren Korndurchmesser  $d_{50} \leq 5\mu\text{m}$  aufweisen.

15

6. Vergußmasse nach Anspruch 4 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß neben Gießharz und Leuchtstoffpigmenten weiterhin Thixotropiermittel, ein mineralischer Diffusor, ein Hydrophobiermittel und/oder ein Haftvermittler enthalten sind.

20

7. Vergußmasse nach einem der Ansprüche 4 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Leuchtstoffanordnung durch eine Strahlung im Bereich  
25 von 400 bis 500nm, insbesondere von 420 bis 490nm, anregbar ist.

8. Vergußmasse nach einem der Ansprüche 4 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 daß die Mischung der Leuchtstoffe einen Granat der Struktur  $\text{Y}_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$  und einen Granat der Struktur  $(\text{Tb}_{1-x-y}\text{SE}_x\text{Ce}_y)_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$  enthält, wobei  
 $\text{SE} = \text{Y}, \text{Gd}, \text{La}$  und oder  $\text{Lu}$ ;  
 $0 \leq x \leq 0,5-y$ ;  
35  $0 < y < 0,1$  gilt.

9. Lichtquellenanordnung mit einer Strahlungsquelle, die Strahlung im blauen Bereich oder UV-Bereich des optischen Spektralbereich emittiert, wobei diese Strahlung teilweise oder vollständig mittels einer Leuchtstoffanordnung in längerwellige Strahlung konvertiert wird und bei teilweiser Konversion konvertierte Strahlung mit emittierter Strahlung der Strahlungsquelle, insbesondere zu weissem Licht gemischt wird,   
5     dadurch gekennzeichnet, daß  
10     die Konversion mit einem Leuchtstoffgemisch gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 3 erfolgt.

10. Lichtquellenanordnung nach Anspruch 9,   
dadurch gekennzeichnet,   
daß die emittierte Strahlung der Strahlungsquelle im Wellen-   
15     längenbereich 400 bis 500nm, insbesondere 430 bis 480nm   
liegt.

11. Lichtquellenanordnung nach Anspruch 10,   
dadurch gekennzeichnet,   
20     daß als Strahlungsquelle eine blau emittierende Leuchtdiode,   
insbesondere auf GaN- oder InGaN-Basis verwendet ist.

12. Lichtquellenanordnung nach Anspruch 11,   
dadurch gekennzeichnet,   
25     daß die Leuchtdiode mit einer Vergußmasse gemäß einem der Patentansprüche 4 bis 9 versehen ist.

FIG 1

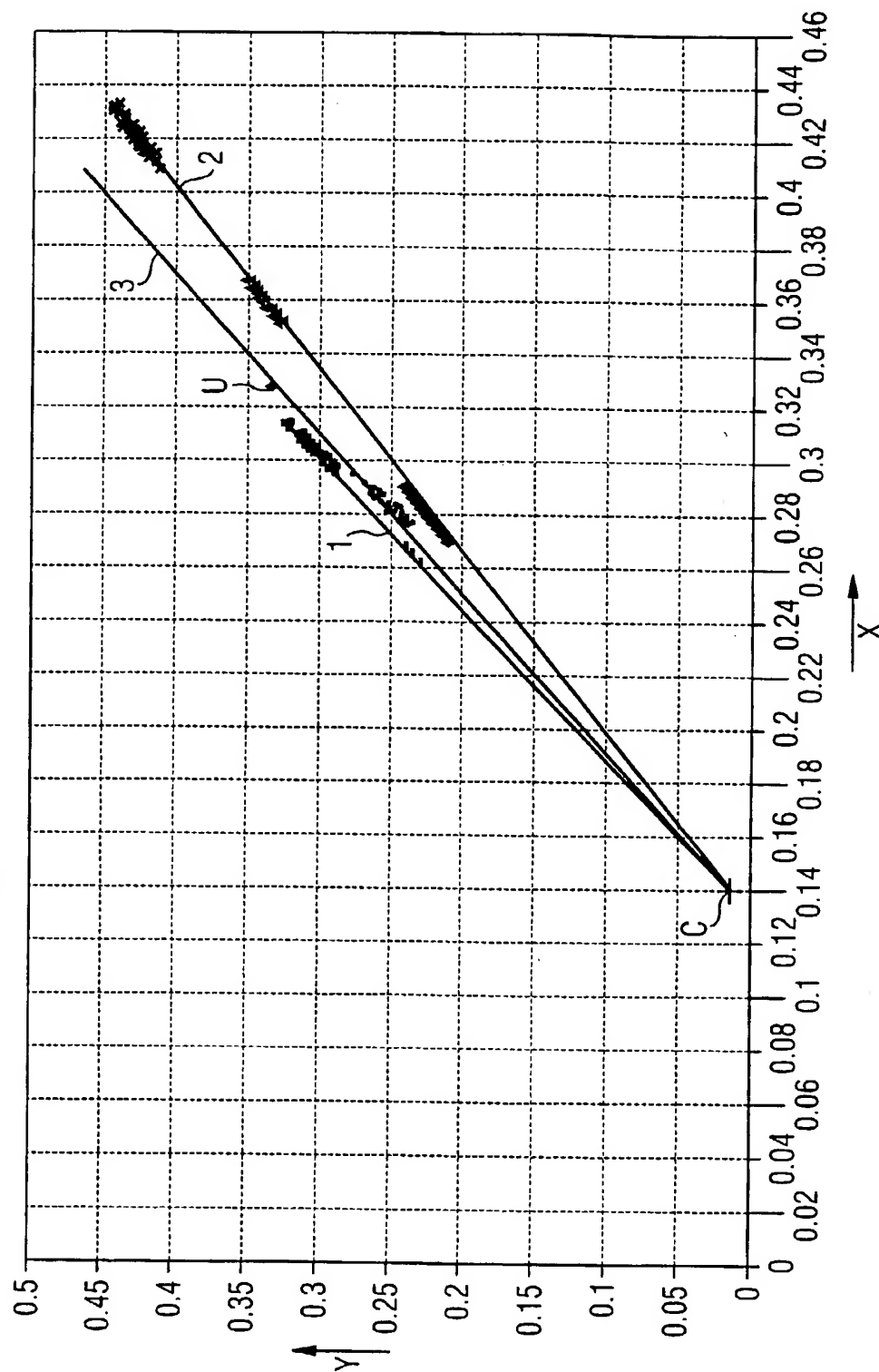
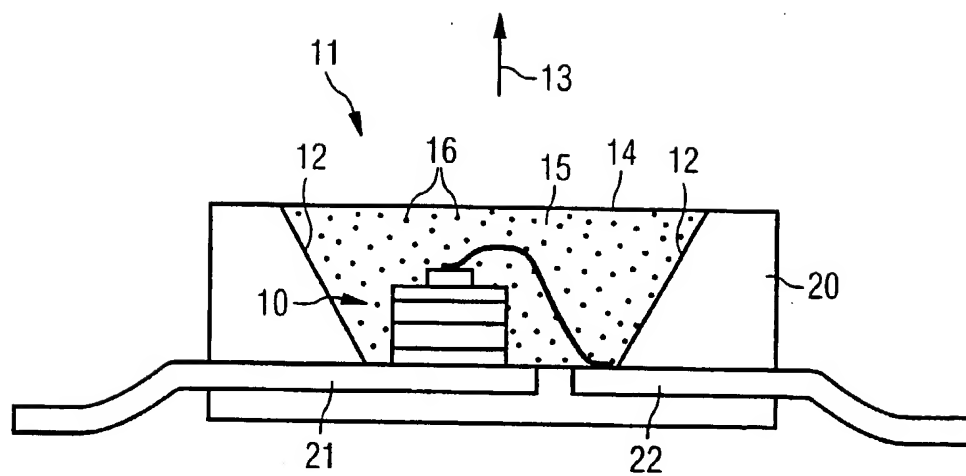




FIG 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02405

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 H05B33/14 H01L33/00 C09K11/80 C09K11/78		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 C09K H05B H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, IBM-TDB, CHEM ABS Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 142 931 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 29 May 1985 (1985-05-29) claims 1-10	1,3,9
A	GB 2 000 173 A (PHILIPS NV) 4 January 1979 (1979-01-04) claims 1-11	1,3,9
A,P	DATABASE WPI Section Ch, Week 200046 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class L03, AN 2000-506318 XP002150848 & CN 1 254 747 A (CHANGCHUN PHYSICS INST CHINESE ACAD SCI), 31 May 2000 (2000-05-31) abstract	1,3
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 9 November 2000		Date of mailing of the international search report 16/11/2000
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Drouot-Onillon, M-C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02405

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0142931 A	29-05-1985	US 4550256 A DE 3461826 D JP 60144381 A	29-10-1985 05-02-1987 30-07-1985
GB 2000173 A	04-01-1979	NL 7707008 A AU 3737678 A BE 868362 A BR 7803927 A CA 1110928 A DE 2826788 A ES 471027 A FR 2395593 A IT 1096774 B JP 1273585 C JP 54011085 A JP 59050195 B	28-12-1978 03-01-1980 22-12-1978 17-04-1979 20-10-1981 18-01-1979 16-02-1979 19-01-1979 26-08-1985 11-07-1985 26-01-1979 06-12-1984
CN 1254747 A	31-05-2000	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02405

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 H05B33/14 H01L33/00 C09K11/80 C09K11/78		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 C09K H05B H01L		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, IBM-TDB, CHEM ABS Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 142 931 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 29. Mai 1985 (1985-05-29) Ansprüche 1-10 ---	1,3,9
A	GB 2 000 173 A (PHILIPS NV) 4. Januar 1979 (1979-01-04) Ansprüche 1-11 ---	1,3,9
A,P	DATABASE WPI Section Ch. Week 200046 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class L03, AN 2000-506318 XP002150848 & CN 1 254 747 A (CHANGCHUN PHYSICS INST CHINESE ACAD SCI), 31. Mai 2000 (2000-05-31) Zusammenfassung -----	1,3
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <b>9 November 2000</b>		Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts <b>16/11/2000</b>
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter <b>Drouot-Onillon, M-C</b>

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02405

im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0142931 A	29-05-1985	US 4550256 A DE 3461826 D JP 60144381 A	29-10-1985 05-02-1987 30-07-1985
GB 2000173 A	04-01-1979	NL 7707008 A AU 3737678 A BE 868362 A BR 7803927 A CA 1110928 A DE 2826788 A ES 471027 A FR 2395593 A IT 1096774 B JP 1273585 C JP 54011085 A JP 59050195 B	28-12-1978 03-01-1980 22-12-1978 17-04-1979 20-10-1981 18-01-1979 16-02-1979 19-01-1979 26-08-1985 11-07-1985 26-01-1979 06-12-1984
CN 1254747 A	31-05-2000	KEINE	